



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

EFEITO RESIDUAL DO TIAMETOXAM EM FOLHAS DE MELOEIRO SOBRE
Apis mellifera

JANAYLTON MIKAELL TARGINO DOS SANTOS

POMBAL-PB

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

JANAYLTON MIKAELL TARGINO DOS SANTOS

EFEITO RESIDUAL DO TIAMETOXAM EM FOLHAS DE MELOEIRO SOBRE
Apis mellifera

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA) – CCTA/UFCG, Curso de Agronomia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

ORIENTADOR: Dr. EWERTON MARINHO DA COSTA.

POMBAL-PB

2023

Ficha catalográfica

S237e Santos, Janaylton Mikael Targino dos.
Efeito residual do tiametoxam em folhas de meloeiro sobre
Apis mellifera / Janaylton Mikael Targino dos Santos. – Pombal,
2023.

39 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em
Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande,
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.
“Orientação: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa”.
Referências.

1. Toxicidade. 2. Abelhas. 3. Neonicotinóides. I. Costa, Ewerton
Marinho da. II. Título.

CDU 632.95.024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

EFEITO RESIDUAL DO TIAMETOXAM EM FOLHAS DE MELOEIRO SOBRE

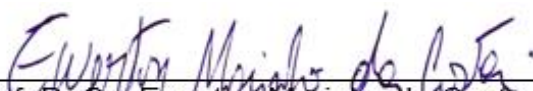
Apis mellifera

JANAYLTON MIKAELL TARGINO DOS SANTOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA) – CCTA/UFCG, Curso de Agronomia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 17/11/2023

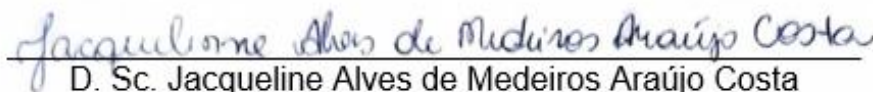
BANCA EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Ewerton Marinho da Costa,
Orientador
(UAGRA/CCTA/UFCG)



Prof. D. Sc. Ancelmo Ricardo de Oliveira Gondim
Examinador Interno
(UAGRA/CCTA/UFCG)



D. Sc. Jacqueline Alves de Medeiros Araújo Costa
Examinadora Externa

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus, e a Nossa Senhora dos Remédios por me guiar e por está comigo em todos os momentos, sempre me dando força, proteção e principalmente sabedoria. A minhas mães, Antônia Maria de Medeiros (In memoriam), Maria de Fátima Ubiraneide Targino, Maria Janete de Medeiros e Maria Joisse Targino, pelo cuidado e esforço para me manter estudando, mesmo diante de todas as dificuldades, a minha irmã Janayna Mikaelle Targino de Azevedo, pelo companheirismo, carinho e apoio, e a toda a minha família, por sempre me incentivar a buscar o melhor e nunca me deixar baixar a cabeça para as adversidades da vida.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, e a Nossa Senhora dos Remédios por me conceder saúde e forças para lutar e conquistar os meus sonhos e objetivos. Toda honra e toda glória seja dada ao senhor.

As minhas mães Antônia Maria de Medeiros (In memoriam), Maria de Fátima Ubiraneide Targino, Maria Janete de Medeiros e Maria Joisse Targino, por todo amor e carinho, pela minha criação e educação e por sempre me incentivarem ao caminho do bem.

A minha irmã Janayna Mikaelle Targino de Azevedo que sempre esteve ao meu lado me dando apoio, carinho e afeto, além de uma enorme contribuição no meu crescimento como pessoa, irmão e amigo.

A toda minha família que sempre me apoiou e lutou por todas as minhas conquistas, em especial meu pai João Azevedo de Medeiros, meu padrasto Francisco das Chagas Gomes, meu tio João Azevedo de Medeiros Junior, minha tia Maria Jarleide de Medeiros, minha tia Rita Targino e minha bisavó Adalgiza Romana Targino.

A minha namorada Maria Luiza da Silva Azevedo por ter me inspirado a ser uma pessoa melhor, tanto em termos acadêmicos como pessoais. Seu apoio incondicional e seu incentivo foram de fundamental importância para que eu pudesse me sentir capaz de realizar este TCC e dar o meu melhor.

Aos meus padrinhos Monica Maria de Medeiros e Doutor João Nicácio, por me apoiarem e me ajudarem em muitas fases da minha vida.

Ao meu orientador Ewerton Marinho, por todos os ensinamentos, por toda a ajuda, por todo esforço e paciência para me tornar um profissional competente.

A banca examinadora, Prof. Dr. Sc. Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim e a Dra. Jacqueline Alves de Medeiros Araújo Costa, por todas as contribuições para melhoria deste trabalho.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa GEENTO, em especial a Anderson Queiroz, Brenda Martins, Lorena Rodrigues, Luiz Henrique Alvez, Poliana Linhares, Taís Fernandes e ao técnico Dr. Sc. Tiago Augusto por todo suporte, amizade e auxílio na realização do experimento.

Aos amigos que o curso me apresentou, em especial a Paulo André de Souza, Pedro Ramon, Kevin Moura.

Aos meus amigos de longa data Smyth Trotsk e Carlyson Medeiros.

A empresa Seridó Frutas por me abrir as portas para estágio, e me ajudar a me tornar um profissional competente.

A empresa Vetericampo Cruzeta por me abrir as portas para estágio, e me ajudar a me tornar um profissional competente.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em especial ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), assim como todo o corpo docente e técnicos que compõe a Coordenação do Curso de Agronomia - UAGRA, e o curso de Agronomia.

Agradeço a todos os meus amigos que sempre me deram forças para minha caminhada, e que sempre estiveram comigo.

E por fim, agradeço a todas aquelas pessoas que passaram em minha vida nesse período, contribuindo de forma direta ou indireta para essa conquista tão especial.

RESUMO

SANTOS, J. M. T. **EFEITO RESIDUAL DO TIAMETOXAM EM FOLHAS DE MELOEIRO SOBRE *Apis mellifera***. UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR, UFCG, Novembro de 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa.

Conciliar as aplicações de inseticidas para o manejo de pragas e a conservação da abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) é um dos maiores desafios para os produtores de melão (*Cucumis melo*). Diante disso, é fundamental conhecer a toxicidade de inseticidas sobre abelhas. O inseticida Tiametoxam é considerado altamente tóxico para *A. mellifera* nas doses registradas para uso em meloeiro. Contudo, ainda são escassas informações sobre efeito residual do referido inseticida em função do tempo após a pulverização. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito residual do Tiametoxam sobre *A. mellifera* em função do tempo após a pulverização em folhas de meloeiro. O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal/PB. Foi realizado o bioensaio correspondente ao modo de contato residual em folhas do meloeiro e logo após foi feita a avaliação da capacidade de voo das abelhas. O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 5, sendo duas doses do inseticida Tiametoxam (0,03g.i.a./L e 0,3g.i.a./L), uma testemunha (água destilada) e cinco tempos de exposição após aplicação do produto (1, 2, 3, 24 e 48 horas), com 5 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas. Foram avaliadas a mortalidade e o comportamento (exemplo: prostração, paralisia, tremores) das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas após a exposição. A capacidade de voo foi avaliada para todas as abelhas que sobreviveram após a exposição ao inseticida. Foi observado que as duas dosagens independente do tempo entre a pulverização na folha e a exposição ao resíduo do inseticida diferiram significativamente da testemunha. O inseticida Tiametoxam ocasionou mortalidade entre 75% e 100%, sendo observadas as maiores porcentagens para a dose 0,03 g i.a./L no tempo de exposição de 1 hora após a pulverização e para a dose 0,3 g i.a./L no tempo de exposição de 1 e 2 horas após a pulverização. Após 3, 24 e 48 horas da pulverização com a dose de 0,03 g i.a./L, o Tempo Letal Mediano (TL50) foi de 13,3 horas. Já nas avaliações de 1 e 2 horas após a pulverização, utilizando a dose de 0,03 g i.a./L, e 48 horas após a pulverização com a dose de 0,3 g i.a./L, o TL50 foi de 7,3 horas. Nas avaliações de 1, 2, 3 e 24 horas após a aplicação, com a dose de 0,3 g i.a./L, o TL50 foi de 3,5 horas, o menor tempo letal entre todas as doses avaliadas. Foi observada diferença significativa para a capacidade de voo das abelhas que foram expostas ao inseticida Tiametoxam em relação a testemunha. Independente da dose, o Tiametoxam foi altamente nocivo via exposição residual em 1, 2, 3, 24 e 48 horas após a pulverização, nas doses 0,03 g i.a./L e 0,3 g i.a./L, sobre adultos da abelha *A. mellifera*.

Palavras Chaves: Abelhas, Neonicotinóides, Toxicidade.

ABSTRACT

SANTOS, J. M. T. **Residual effect of Thiamethoxam on *Apis mellifera* in melon plant leaves.** ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES, CENTER FOR AGRIFOOD SCIENCES AND TECHNOLOGY, UFCG, Novembro 2023. Completion of course work. Advisor: Prof. doctor Ewerton Marinho da Costa.

Conciliating the application of insecticides for pest management and the conservation of the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) is one of the greatest challenges for melon (*Cucumis melo*) producers. Therefore, it is essential to understand the toxicity of insecticides on bees. The insecticide Thiamethoxam is considered highly toxic to *A. mellifera* at registered doses for use on melon plants. However, there is still limited information on the residual effect of this insecticide over time after spraying. Therefore, the objective of this study was to evaluate the residual effect of Thiamethoxam on *A. mellifera* in relation to time after spraying on melon leaves. The experiment was conducted in the Entomology Laboratory of the Center for Agricultural Sciences and Technology (CCTA) at the Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal Campus, Paraíba, Brazil. The bioassay corresponding to residual contact mode was carried out on melon leaves, followed by an evaluation of the bees' flight capacity. The bioassay was conducted in a completely randomized design, with a 3 X 5 factorial scheme, consisting of two doses of the insecticide Thiamethoxam (0.03 g a.i./L and 0.3 g a.i./L), a control (distilled water), and five exposure times after product application (1, 2, 3, 24, and 48 hours), with five repetitions, each experimental unit consisting of 10 adult bees. Mortality and behavior (e.g. prostration, paralysis, tremors) of the bees were evaluated at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, and 24 hours after exposure. The flight capacity was assessed for all bees that survived after exposure to the insecticide. The insecticide Thiamethoxam caused mortality between 75% and 100%, with the highest percentages observed for the 0.03 g active ingredient per liter dose at 1 hour after spraying and for the 0.3 g active ingredient per liter dose at 1 and 2 hours after spraying. After 3, 24, and 48 hours of spraying with the 0.03 g active ingredient per liter dosage, the Median Lethal Time (TL50) was 13.3 hours. In the evaluations at 1 and 2 hours after spraying, using the 0.03 g active ingredient per liter dosage, and 48 hours after spraying with the 0.3 g active ingredient per liter dosage, the TL50 was 7.3 hours. In the evaluations at 1, 2, 3, and 24 hours after application, with the 0.3 g active ingredient per liter dosage, the TL50 was 3.5 hours, the shortest lethal time among all the evaluated doses. A significant difference was observed in the flight capacity of bees exposed to Thiamethoxam compared to the control group. Regardless of the dose, Thiamethoxam was highly harmful through residual exposure at 1, 2, 3, 24, and 48 hours after spraying, at the dosages of 0.03 g active ingredient per liter and 0.3 g active ingredient per liter, on adult *A. mellifera*.

Keywords: Bees, Neonicotinoids, Toxicity.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. ORIGEM E BOTÂNICA DO MELOEIRO (<i>Cucumis melo</i>)	13
2.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MELOEIRO PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO	14
2.3. IMPORTÂNCIA DA ABELHA <i>A. mellifera</i> NA POLINIZAÇÃO DE CULTIVOS AGRICOLAS	14
2.4. <i>A. mellifera</i> NA POLINIZAÇÃO DO MELOEIRO E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE FRUTOS	16
2.5. CONTROLE QUÍMICO DE PRAGAS NA CULTURA DO MELOEIRO	17
2.6. DECLÍNIO POPULACIONAL DE <i>A. mellifera</i> EM ÁREAS AGRICOLAS	18
2.7. TOXIDADE DE NEONICOTINOIDES, COM ÊNFASE NO TIAMETOXAM, SOBRE <i>A. mellifera</i>	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. TOXICIDADE RESIDUAL DE TIAMETOXAM SOBRE <i>Apis mellifera</i>	21
3.2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> APÓS A EXPOSIÇÃO RESIDUAL AO INSETICIDA TIAMETOXAM	24
3.3. ANÁLISE DE DADOS	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
4.1. MORTALIDADE E SOBREVIVÊNCIA DE <i>A. mellifera</i> APÓS CONTATO RESIDUAL COM TIAMETOXAM EM FOLHAS DE MELOEIRO	25
4.2. CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA <i>A. mellifera</i> APÓS A EXPOSIÇÃO RESIDUAL AO INSETICIDA TIAMETOXAM	27
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUÇÃO

A polinização é um importante fator de produção para muitas culturas em todo o mundo (SOUZA, et al., 2007). As abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) são os principais agentes polinizadores das plantas (MALERBO-SOUZA et al, 2003; WITTER; BLOCHTEIN, 2003; SANCHEZ-JUNIOR; MALERBO-SOUZA, 2004.) A interação entre as abelhas e as plantas garante o sucesso da polinização cruzada, aumentando o vigor das espécies, permitindo novas combinações de fatores genéticos e aumento da produção de frutos e sementes (COUTO; COUTO, 2002).

Em áreas cultivadas com meloeiro (*Cucumis melo*), a polinização realizada pela abelha *A. mellifera* tem impacto significativo na produção de frutos. Estudos têm demonstrado que a presença da abelhas aumenta a produtividade e a qualidade dos frutos nesta cultura (ROCHA et al., 2015; SILVA et al., 2016; CONDÉ et al., 2017). Por outro lado, a cultura do meloeiro é altamente suscetível ao ataque de pragas, o que pode afetar significativamente a produtividade e a qualidade da produção. Dentre as estratégias de controle utilizadas no Manejo Integrado de Pragas em meloeiro destaca-se o controle químico por meio do uso de inseticidas (MENEZES et al., 2000). Diante disso, conciliar o controle químico de pragas na cultura com a conservação da abelha é um enorme desafio, uma vez que no Brasil as maiores perdas de colônias estão associadas as aplicações de pesticidas nas lavouras (SILVA et al., 2015; CERQUEIRA; FIGUEIREDO, 2017; CASTILHOS et al., 2019).

A toxicidade de muitos inseticidas já foi avaliada sobre a abelha *A. mellifera*. Dentre os inseticidas mais estudados destacam-se os pertencentes ao grupo químico Neonicotinoide, que no geral, têm se mostrado tóxico para as abelhas (JACOB, 2019). Um dos principais inseticidas neonicotinoides é o Tiametoxam, produto que é utilizado para o manejo de pragas como pulgões, moscas brancas e tripses (RANGEL et al., 2014). Além de mortalidade, estudos demonstraram que neonicotinóides como o Tiametoxam podem afetar o comportamento das abelhas, interferindo, por exemplo, na sua capacidade motora (IWASA, et al., 2004; ROSSI et al., 2013).

Nas doses registradas para o controle de pragas em meloeiro, Costa et al. (2014), observaram que independente do modo de exposição (residual, contato direto ou dieta contaminada), o inseticida Tiametoxam foi extremamente tóxico para *A. mellifera*. É importante destacar que, para o modo de exposição residual, os supracitados autores avaliaram a mortalidade após 1 hora da pulverização nas folhas de meloeiro. Apesar das informações citadas, são escassas pesquisas sobre a toxicidade residual do inseticida Tiametoxam em função de diferentes tempos após a

pulverização.

Para conservação de abelhas em áreas agrícolas é de fundamental importância realizar estudos de toxicidade, especialmente residual, garantindo a possibilidade de manejo sustentável de polinizadores em áreas agrícolas (CARVALHO et al., 2009; GREGORC & ELLIS, 2001). Nesse cenário, informações sobre a persistência do efeito residual de inseticidas sobre as abelhas é imprescindível para o manejo sustentável de polinizadores em campo. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a toxicidade residual do inseticida Tiametoxam, em função do tempo após a pulverização em folhas de meloeiro, sobre *A. mellifera*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ORIGEM E BOTÂNICA DO MELOEIRO

O meloeiro (*Cucumis melo*) é uma espécie cujos centros de diversidade genética não foram elucidados com precisão. Na verdade, existem algumas teorias que apontam da África para a Ásia Ocidental e da Índia para várias regiões do mundo (ROBINSON; DECKER-WALTER, 1997; BRANDÃO FILHO; VASCONCELOS, 1998). Com a divisão da Pangeia formando os continentes atuais, o que hoje é o sudoeste da África e a península indiana pode ter sido o centro de origem e diversidade da cultura do meloeiro (MALLICK; MASSUI, 1986).

Segundo Almeida (2006) atualmente são conhecidas 34 espécies do gênero *Cucumis*, todas nativas das regiões tropicais e subtropicais da África. Com base nessas evidências, pode-se considerar que os melões têm a mesma origem (WHITAKER e DAVIS, 1962; FERREIRA et al., 1982).

Os melões pertencem a família Curcubitaceae, subfamília Curcubitoideae, tribo Melothrieae, subtribo Cucumerinae, gênero *Cucumis* e a espécie *Cucumis melo* L. Em meados do século XIX, o botânico Charles Naudin considerou os melões existentes como variedades botânicas de *Cucumis melo*, entre as quais: *Cucumis melo* var. *cantaloupensis* Naud, *Cucumis melo* var. *reticulatus* Naud, *Cucumis melo* var. *inodorus* Naud, *Cucumis melo* var. *flexuosus* Naud (melões compridos), *Cucumis melo* var. *conomon* Naud (melões para pickles), *Cucumis melo* var. *chito* Naud (melão "manga"), *Cucumis melo* var. *dudaim* Naud ("melão de bolso"), *Cucumis melo* var. *agrestis* Naud ("melões pequenos, não comestíveis"). Estas variedades vegetais descritas por Charles Naudin são atualmente, com pequenas modificações, classificadas de acordo com as características e utilizações do fruto, independentemente das regras de classificação da nomenclatura. (ROBINSON DECKER-WALTERS, 1997).

Pela classificação de Robinson e Decker-Walters os melões cultivados pertencem a dois grupos botânicos:

- *C. melo* var. *Inodorus* (inodoros ou não climatéricos): A casca do fruto é lisa ou ligeiramente enrugada e a cor é amarela, branca ou verde-escura. Como a casca dessa variedade é espessa e forte, ela é um tanto resistente à pressão e à perda de água, por isso tem uma longa vida útil após a colheita. A polpa é rica em açúcar, varia na cor do branco ao verde-claro e não apresenta aroma. O fruto pesa em média de 1 kg a 2 kg (BRASIL, 2003; MENEZES et al., 2000). Além disso, o fruto geralmente não cai do pedúnculo quando maduro (FONTES; PUIATTI, 2005).

- *C. melo* var. *Cantaloupensis* (aromáticos e climatéricos): frutos mais doces que os inodoros, muito aromáticos, entretanto de baixa conservação pós-colheita, possuem grande diversidade na coloração da sua polpa. Possuem frutos esféricos e levemente achatados, com polpa espessa e cores diversas. O fruto pesa em média de 1 lg a 1,5 kg (BRASIL, 2003; MENEZES et al., 2000).

2.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MELOEIRO PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Todas as regiões do Brasil produzem melão, com cerca de 95% da produção nacional concentrada na região Nordeste. Os estados da Bahia e do Rio Grande do Norte são os principais produtores de melão do país, com participação nacional de 73,87%. O Rio Grande do Norte é o maior produtor nacional de melão, tendo produzido em 2021, 361.649 toneladas da fruta, o que representa 59,57% da produção no país. Já a Bahia que ocupa a segunda posição no ranking, produziu 86.866 toneladas de melão em 2021 (IBGE, 2021).

Os dados divulgados pela agência Agrostat do Ministério da Agricultura (Mapa) dão conta de que as exportações brasileiras de melão em 2022 foram de US\$ 156,4 milhões e 222,4 mil toneladas (redução de respectivos 5,3% e 13,8% quando comparados ao ano anterior) (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI, 2023). Desde 2012, a fruta in natura tem se destacado como a mais exportada, além de ocupar a segunda posição em termos de produtividade. Em 2021, o país exportou mais de US\$ 165 milhões em melão (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI, 2023), sendo que quase 60% disso foi produzido no Rio Grande do Norte.

2.3. IMPORTÂNCIA DA ABELHA *A. mellifera* NA POLINIZAÇÃO DE CULTIVOS AGRICOLAS

A polinização é hoje importante fator de produção para muitas culturas em todo o mundo. Essa polinização ocorre dentro da própria planta, onde os grãos de pólen podem ser transportados até o estigma da flor, ou passando da antera de uma flor para o estigma de outra flor da mesma espécie, mas de plantas diferentes com a intervenção de agentes polinizadores, como por exemplo, os insetos (SOUZA, et al., 2007).

As abelhas são os principais agentes polinizadores dentre as quais destaca-se *A. mellifera* devido sua alta eficiência na polinização de plantas cultivadas (SILVA et al, 2001; TRINDADE et al, 2003; MALERBO-SOUZA et al, 2003; WITTER; BLOCHTEIN, 2003; SANCHEZ-JUNIOR; MALERBO-SOUZA, 2004.). Dentre os principais motivos pelos quais as abelhas *A. mellifera* são tão utilizadas em cultivos agrícolas podemos citar sua eficiência na polinização, sendo muito eficiente nessa atividade e aumentando a taxa de sucesso da polinização em culturas agrícolas; grande abundância, por ser uma das espécies de abelhas mais abundantes e amplamente distribuída em todo o mundo, se torna fácil encontrar suas colônias e assim facilitando sua utilização para polinização das culturas; *A. mellifera* é uma espécie que pode ser facilmente domesticada, permitindo que as colônias sejam criadas e manejadas pelos agricultores. Isso facilita o controle e a utilização das abelhas nas áreas agrícolas; São conhecidas por sua enorme capacidade de voo, sendo essa uma habilidade importante na polinização; e sua tolerância ao transporte, onde as colônias podem ser movidas de um local para outro, o que é importante para a polinização de culturas em diferentes áreas geográficas e períodos de floração (ROUBIK et al, 1995; DELAPLANE; MAYER, 2000; KLEIN et al, 2007; PIRES et al., 2016; KLEIN et a., 2020).

A interação entre as abelhas e as plantas garante o sucesso da polinização cruzada das plantas, uma importante adaptação evolutiva, aumenta o vigor das espécies, permite novas combinações de fatores genéticos e aumenta a produção de frutos e sementes (COUTO; COUTO, 2002).

Neste contexto, existem benefícios não só para os componentes desta interação, mas também para os humanos, que ao longo dos anos desenvolveram tecnologias que podem aproveitar o trabalho de polinização das abelhas. A apicultura migratória traz grandes colônias para culturas economicamente interessantes, onde aumentam consideravelmente a produção de frutos (VIERIA et al., 2004).

Segundo Picolli (1999), o Estado de Santa Catarina foi pioneiro no uso racional e profissional de colmeias para polinização de pomares de macieira em nosso país. A macieira, por sua vez, é uma planta de total dependência dos insetos e especialmente das abelhas, para a sua frutificação. Algumas culturas de maior expressão econômica e que dependem do uso de polinizadores vem recorrendo a eles em larga escala no país, como por exemplo: os citros, onde a polinização por abelha é essencial para garantir uma boa produção de frutas cítricas como laranja (*Citrus sinensis*), limões (*Citrus limon*) e tangerina (*Citrus reticulata*) (FONTANA, 2018); o amendoim (*Arachis hypogaea*) que também é uma cultura que depende principalmente de polinização cruzada por abelhas (MACEDO et al., 2017); e o melão (*Cucumis melo*) onde

vários estudos comprovam a eficiência do uso da *A. mellifera* como Magalhães et al, 2019, que comprovaram em estudo um aumento de 70% na produção na produção de frutos de melão em comparação com áreas sem a presença de abelhas.

2.4. *A. mellifera* NA POLINIZAÇÃO DO MELOEIRO E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE FRUTOS

No meloeiro (*C. melo*), a polinização por *A. mellifera* tem impacto significativo na produção de frutos. Estudos têm demonstrado que a presença de abelhas aumenta a produtividade e a qualidade dos frutos nesta cultura. Rocha et al. (2015) mostraram que os melões apresentam uma alta taxa de frutificação quando polinizados por abelhas. Os autores conduziram experimentos em condições de campo e compararam áreas com presença de *A. mellifera* com aquelas sem esses polinizadores. Os resultados mostraram taxas de frutificação significativamente mais altas no habitat das abelhas, com um aumento médio de 30% na produção de frutos.

Em outro estudo, Condé et al. (2017) que avaliaram a importância da *A. mellifera* na polinização do meloeiro, observaram que as abelhas foram responsáveis por 75% das visitas às flores destas plantas, indicando que as abelhas estão ativamente envolvidas na polinização. Além disso, a presença de abelhas uniformizou o tamanho e a qualidade dos frutos, o que é vantajoso para a comercialização desses produtos.

A qualidade dos frutos também é afetada pela polinização com *A. mellifera*. Um estudo conduzido por Silva et al. (2016), demonstram que a polinização realizada por abelhas contribui para produção de frutos com alto teor de sólidos solúveis e boa textura. Essas propriedades são importantes tanto para a comercialização quanto para o consumo dos frutos.

Nas áreas de cultivo do meloeiro no Brasil, a inserção de colmeias com a abelha melífera nas proximidades das áreas de produção, tornou-se uma prática essencial de manejo, pois sua presença garante uma polinização eficaz e, conseqüentemente, a obtenção de frutas de alta qualidade (SOUSA, 2008; SOUSA et al., 2009).

2.5. CONTROLE QUÍMICO DE PRAGAS NA CULTURA DO MELOEIRO

A cultura do meloeiro é altamente suscetível ao ataque de pragas, o que pode afetar significativamente a produtividade e a qualidade dos frutos. Dentre as estratégias de controle

utilizadas no Manejo Integrado de Pragas em meloeiro é utilizado o controle químico por meio do uso de inseticidas (MENEZES et al., 2000).

Dentre as principais pragas da cultura, destacam-se:

- Mosca-minadora (*Liriomyza* spp.), pertence à Ordem Diptera, Família Agromyzidae. O gênero *Liriomyza* é composto por 376 espécies, sendo três espécies (*L. huidobrensis*, *L. sativae* e *L. trifolii*), nativas do Novo Mundo (PARRELA, 1987). São pragas polípagas, que atacam plantas cultivadas e ornamentais, causando prejuízos em diversas culturas (OUDMAN, 1992; PALUMBO e KERNS, 1998).

- Mosca-Branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), pertence à Ordem Hemiptera, Família Aleyrodidae. Tanto os adultos como as ninfas sugam continuamente a seiva das folhas do meloeiro, eliminando os excessos das substâncias açucaradas na superfície das folhas, permitindo o desenvolvimento do fungo *Capnodium* sp., causador da fumagina (BYRNE e BELLOWS, 1991; BELLOWS et al., 1994).

Dentre os inseticidas mais utilizados para o controle das pragas supracitadas temos:

- Mosca-minadora (*Liriomyza* spp.), temos: Abamex Maxx (Abamectina), Benevia (Ciantraniliprole), Boreal (Abamectina), Meothrin 300 (Fenpropratrina), e Vertimec 18 EC (Abamectina).

- Mosca-branca (*B. Tabaci* biótipo B), temos: Aceta (Acetamiprido), Acetamiprid CCAB 200 SP (Acetamiprido), Actara 250 WG/Nirvana (Tiametoxam), Admiral (Piriproxifem) e Calypso (Tiacloprido).

É importante ressaltar que o controle químico de pragas na cultura do meloeiro deve ser realizado de forma criteriosa, levando em consideração aspectos relacionados ao manuseio seguro do produto e à proteção ambiental, de acordo com as recomendações do fabricante do produto. Além disso, é importante adotar um método integrado de proteção fitossanitária que combine vários métodos de gestão, incluindo a gestão biológica para reduzir o impacto ambiental dos produtos químicos (PICANÇO, 2010)

2.6. DECLÍNIO POPULACIONAL DE *A. mellifera* EM ÁREAS AGRICOLAS

Diversas causas são apontadas para o declínio populacional de *A. mellifera* em áreas agrícolas em todo o mundo, existindo um consenso geral de que as reduções nas espécies de abelhas melíferas e de outros polinizadores em geral são multifatoriais, com causas subjacentes classificadas em três grupos principais: extressores ambientais, bióticos e antrópicos (REQUIER, 2019).

Na América do Sul e países temperados na Europa e América do Norte foi relatada como um evento sazonal com inverno (MAGGIE et al., 2016; ANTUNESE et al., 2017; REQUERE et al., 2018; CASTILHOS et al., 2019). No Brasil, as maiores perdas de colônias ocorrem durante a primavera e o verão, sendo os pesticidas apontados como a principal causa (SILVA et al. 2015; CERQUEIRA; FIGUEIREDO 2017; UNESP; UFSCAR 2018; CASTILHOS et al. 2019).

Quando aplicado em suas doses letais, a maioria dos inseticidas exerce seus efeitos tóxicos nos insetos através de alterações na fisiologia do sistema nervoso, levando à morte por hiperexcitação ou paralisção das atividades (BORTOLLI et al., 2003; DECOURTYE et al., 2005).

Com isso vários trabalhos tem sido feitos avaliando os efeitos letais de inseticidas: A toxicidade dos agrotóxicos organofosforados às abelhas *A. mellifera* é relatada por diversas pesquisas. Johansen; Mayer (1990) testaram a dose letal média do agrotóxico Acefato (pertencente ao grupo dos Organofosfatados) às abelhas *A. mellifera*, encontrando o valor de DL50 1,2g/abelha, mostrando a alta toxicidade desta substância. Batista et al. (2009) expuseram abelhas operárias ao inseticida Acefato por meio de contato, pulverização e alimento contaminado. Os autores verificaram, em todos os tratamentos, que após 24h de exposição, mais de 90% das abelhas contaminadas foram mortas.

Carvalho et al. (2009) observaram que adultas de *A. mellifera* tiveram mortalidade de 99% das abelhas após 30 horas de contaminação por Abamectina.

Ensaio laboratoriais demonstraram que os piretróides são muito tóxicos para as abelhas, devido a erros durante a aplicação nas culturas (SANTOS et al., 2007). Decourtye et al. (2004) investigaram os efeitos da Deltametrina em abelhas operárias, e constataram seu efeito letal. Carvalho et al. (2009) constataram que a pulverização de Deltametrina em abelhas a, tiveram letalidade registrada de 67% e 64%, respectivamente, demonstrando a toxicidade deste piretróide às abelhas *A mellifera*.

Estudos realizados por Cruz et al. (2009) com o intestino larval de abelhas *A. mellifera*, tratadas via administração oral com fipronil e ácido bórico, mostraram sinais de citotoxicidade, com vacuolização citoplasmática e compactação da cromatina, sinais de morte celular. Em países europeus, como a França, o inseticida Fipronil foi proibido por apresentar alta toxicidade para muitos animais, especialmente às abelhas, causando baixas de até 40% nos apiários franceses (SOUZA, 2009).

Os neonicotinóides são caracterizados por afetar a mobilidade das abelhas, causar tremores, movimentos descoordenados e hiperatividade (Blaquière et al., 2012). Gregorc; Ellis

(2011) investigaram as células do intestino médio de larvas de *A. mellifera* e observaram 66% de morte celular apoptótica em larvas que receberam alimento contaminado com o Imidacloprido. O Tiametoxam, outro neonicotinóide quando avaliado por Carvalho et al. (2009) constataram a morte de todas as abelhas nove horas após entrarem em contato com os seus resíduos.

2.7. TOXICIDADE DE NEONICOTINOIDES, COM ENFASE NO TIAMETOXAM, SOBRE *A. mellifera*

A toxicidade de muitos inseticidas já foi avaliada sobre a abelha *A. mellifera*. Dentre os inseticidas mais estudados destacam-se os pertencentes ao grupo químico Neonicotinoide, que no geral, têm se mostrado tóxico para as abelhas (JACOB, 2019). Um dos principais inseticidas neonicotinóides é o Tiametoxam, produto que é utilizado para o manejo de pragas como pulgões, moscas brancas, moscas das folhas, tripses e alguns besouros e lagartas (RANGEL et al., 2014). Este inseticida é um neonicotinóide de segunda geração com baixa toxicidade para mamíferos e excelentes efeitos intercalares e sistêmicos. O Tiametoxam age atuando no receptor nicotínico acetilcolina de insetos, danificando o sistema nervoso dos mesmos, levando-os à morte. Além disso, é importante destacar que o Tiametoxam tornou-se um dos inseticidas mais utilizados em diversos ecossistemas agrícolas brasileiros devido ao sucesso de sua aplicação através de diversos métodos (aplicação terrestre e aérea, tratamento de solo e sementes), eficiência de controle e efeito residual moderado (MAIENFISCH et al., 2001a; ANDREI, 2009; GIROLAMI et al., 2009).

A *A. mellifera* é comumente encontrada em áreas agrícolas onde o Tiametoxam é utilizado, estando sujeita a efeitos tóxicos podendo haver mortalidade ou efeitos subletais que comprometem as atividades normais das abelhas (DEVILLERS, 2002; DESNEUX et al., 2007). Vários estudos laboratoriais confirmaram que os neonicotinóides são prejudiciais às abelhas. Por exemplo, Maienfisch et al. (2001b) e Iwasa et al. (2004) constataram para *A. mellifera* o Tiametoxam é até 192 vezes mais tóxicos que os neonicotinóides Acetamiprido e Tiacloprido. Estudos demonstraram que neonicotinóides como o Tiametoxam podem afetar o voo das abelhas, conforme descrito para o imidacloprido por Blacquiére et al. (2012).

No estudo conduzido por Hashimoto et al. (2003), foi observada uma inibição significativa de algumas carboxylesterases em operárias africanizadas de *Apis mellifera* que foram tratadas com tiametoxam. As carboxylesterases são enzimas responsáveis pela metabolização de alguns inseticidas.

Por meio de análises morfológicas e imunocitoquímicas do cérebro, concluiu-se que altas concentrações desse inseticida causam um alto índice de mortalidade nas larvas. Além disso, em testes de intoxicação subletal, onde as larvas não morreram, foi observado que o tiametoxam afeta o desenvolvimento do cérebro, resultando em morte de células nas regiões dos lobos ópticos e corpos pedunculados durante todas as fases de desenvolvimento estudadas. Além disso, o inseticida também afeta o desenvolvimento larval em condições laboratoriais (TAVARES, 2011).

Costa et al, 2014 observaram uma mortalidade de 100% das abelhas quando o ingrediente ativo foi aplicado sobre as abelhas em sua dosagem comercial. Segundo Jiang et al., 2018 em sua avaliação demonstram que o Tiametoxam, junto ao Imidaclopride utilizados nas dosagens de 0,05 g i.a./L, 0,1 g i.a./L e 0,15 g i.a./L podem representar riscos evidentes para abelhas com seu efeito residual em folhas e pólen do algodoeiro.

Além destes trabalhos a toxicidade do Tiametoxam foi avaliada sobre *A. mellifera* por diversos pesquisadores (IWASA, et al., 2004; ISHAAYA et al., 2007; KAKAMAND et al., 2008; CARVALHO et al., 2009; CHAUZAT et al., 2009; NÚNES et al., 2009; ROSSI et al., 2013).

O tiametoxam tem efeitos sistêmicos nas plantas e as abelhas podem ser afetadas pela ingestão de pólen e néctar contaminados. Portanto, é importante analisar a citotoxicidade tecidual do tiametoxam, que é obtida pela metabolização de alimentos contaminados contendo tiametoxam. Por exemplo, recentemente Badiou-Be'ne'teau et al. (2012) relataram uma série de biomarcadores de abelhas que poderiam ser modulados após envenenamento por tiametoxam.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA), pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB. Para realização do trabalho foram utilizadas operárias adultas de *A. mellifera* provenientes de colônias pertencentes ao apiário da UAGRA/CCTA/UFCG (FIGURA 1).



FIGURA 1: Obtenção de abelhas no apiário do CCTA/UFCG, Pombal-PB 2023.

O inseticida avaliado foi o Actara® (Tiametoxam), nas doses mínima e máxima recomendadas pelo fabricante para o controle de pragas em meloeiro (Quadro 1). Além do referido produto, foi utilizada como testemunha a água destilada.

Quadro 1: Inseticida e respectivas dosagens (mínima e máxima) avaliadas com relação à toxicidade residual sobre *Apis mellifera*, Pombal-PB, 2023.

INGREDIENTE ATIVO	GRUPO QUÍMICO	MODO DE AÇÃO	DOSE UTILIZADA	PRAGA ALVO
Tiametoxam	Neonicotinoide	Sistêmico	60g/ha (0,03g.i.a/L)	<i>Bemisia tabaci</i>
Tiametoxam	Neonicotinoide	Sistêmico	600g/ha (0,3g.ia/L)	<i>Aphis gossypii</i>

3.1. TOXICIDADE RESIDUAL DE TIAMETOXAM SOBRE *Apis mellifera*

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 5, sendo duas doses do inseticida Tiametoxam (0,03g.i.a./L e 0,3g.i.a./L), uma testemunha (água destilada) e cinco tempos de exposição após aplicação do produto nas folhas, com 5 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas.

Para avaliar a toxicidade residual do inseticida, inicialmente foram produzidas mudas de meloeiro amarelo da empresa FELTRIN, em casa de vegetação do CCTA/UAGRA/UFCG. As

sementes foram semeadas em bandejas de 128 células e após a formação das mudas, foi feito o transplante para vasos (com capacidade de 1 kg) contendo como substrato solo + matéria orgânica (proporção de 2:1). As mudas foram irrigadas três vezes ao dia (FIGURA 2).



FIGURA 2: Plantas de meloeiro produzidas em casa de vegetação CCTA/UFCG, Pombal-PB 2023.

Quando as plantas atingiram o número mínimo de seis folhas definitivas, foram selecionadas 5 plantas para cada tratamento. As plantas selecionadas foram separadas em dois grupos: Grupo 1 – Plantas que receberam a dose 0,03g.i.a./L e Grupo 2 – Plantas que receberam a dose 0,3g.i.a./L. Dentro de cada um desses dois grupos de plantas foram criados cinco grupos para realizar a pulverização com o inseticida Tiametoxam, sendo eles: Grupo 1 – 1 hora de secagem após a pulverização, Grupo 2 – 2 horas de secagem após a pulverização, Grupo 3 – 3 horas de secagem após a pulverização, Grupo 4 – 24 horas de secagem após a pulverização e Grupo 5 – 48 hora de secagem após a pulverização (FIGURA 3).



FIGURA 3: Plantas de meloeiro sendo pulverizadas com doses mínima e máxima do inseticida Tiametoxam, Pombal-PB 2023.

Após a secagem foi realizado o corte das folhas, na altura do pecíolo, e em seguida colocadas em arenas (recipientes plásticos com 15cm de diâmetro X 15cm de altura e extremidade parcialmente coberta com tecido fino para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente) juntamente com um chumaço de algodão embebido em água e dieta artificial (pasta

Cândi). Após o referido procedimento, só então foram liberadas no interior das arenas as operárias adultas de *A. mellifera* para o contato com os resíduos dos produtos (FIGURA 4).



FIGURA 4: Liberação de abelhas operárias adultas de *A. mellifera* no interior das arenas com folhas de meloeiro após a secagem da aplicação do inseticida Tiametoxam, Pombal-PB 2023.

Após a aplicação dos tratamentos foi avaliada a mortalidade e possíveis distúrbios motores das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 15 e 24h após o início da exposição ao inseticida. Foram registradas como mortas às abelhas que não responderam a estímulos mecânicos (toques no corpo das abelhas, em cada período de avaliação, com um pincel fino) (FIGURA 5).



FIGURA 5: Operárias de *A. mellifera* no interior das arenas juntamente com folhas de meloeiros após diferentes tempos de pulverização do inseticida Tiametoxam, Pombal-PB 2023.

A metodologia base utilizada para a realização desse experimento foi proposta por Costa et al., (2014).

3.2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA *Apis mellifera* APÓS A EXPOSIÇÃO RESIDUAL AO INSETICIDA TIAMETOXAM

A capacidade de voo foi avaliada para todas as abelhas que sobreviverem após as 24 horas de exposição aos resíduos do inseticida Tiametoxam. Para avaliar a capacidade de voo foram utilizadas torres de voo seguindo a metodologia proposta por Gomes et al. (2020). A capacidade de voo foi avaliada em sala escura contendo uma fonte luminosa no topo da torre de voo, com o objetivo de atrair as abelhas por fototropismo. Salienta-se que a torre de voo apresentou cinco níveis de altura: 0cm, 1-30cm, 31-60cm, 61-90cm, 90-115cm. Cada abelha sobrevivente foi colocada individualmente na torre e teve 60 segundos para concluir o voo (FIGURA 6).



FIGURA 6: Torre de voo utilizada para avaliação da capacidade de voo de *A. mellifera*, após a exposição aos tratamentos, Pombal-PB 2023.

3.3. ANÁLISE DE DADOS

Os dados de sobrevivência dos adultos foram analisados utilizando-se o pacote Survival (THERNEAU; LUMLEY, 2010) do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011) e submetidos à análise de distribuição de Weibull. Tratamentos com efeitos similares (toxicidade e velocidade de mortalidade) foram agrupados por meio de contrastes. O tempo letal mediano (TL50) também foi calculado para cada grupo. A porcentagem de mortalidade foi calculada para cada tratamento e corrigida usando a equação de Abbott (1925), sendo em seguida aplicado o teste de média mais adequado. Os dados referentes a atividade de voo também foram analisados

por meio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. SOBREVIVÊNCIA DE *A. mellifera* APÓS EXPOSIÇÃO RESIDUAL COM TIAMETOXAM EM FOLHAS DE MELOEIRO

Foi observado que as duas doses do inseticida tiametoxam, independente do tempo entre a pulverização na folha e a exposição das abelhas aos resíduos, diferiram significativamente da testemunha. O inseticida Tiametoxam ocasionou mortalidade entre 75% e 100%, sendo observadas as maiores porcentagens para a dose 0,03 g i.a./L no tempo de exposição de 1 hora após a pulverização, e para a dose 0,3 g i.a./L no tempo de exposição de 1 e 2 horas após a pulverização (FIGURA 7).

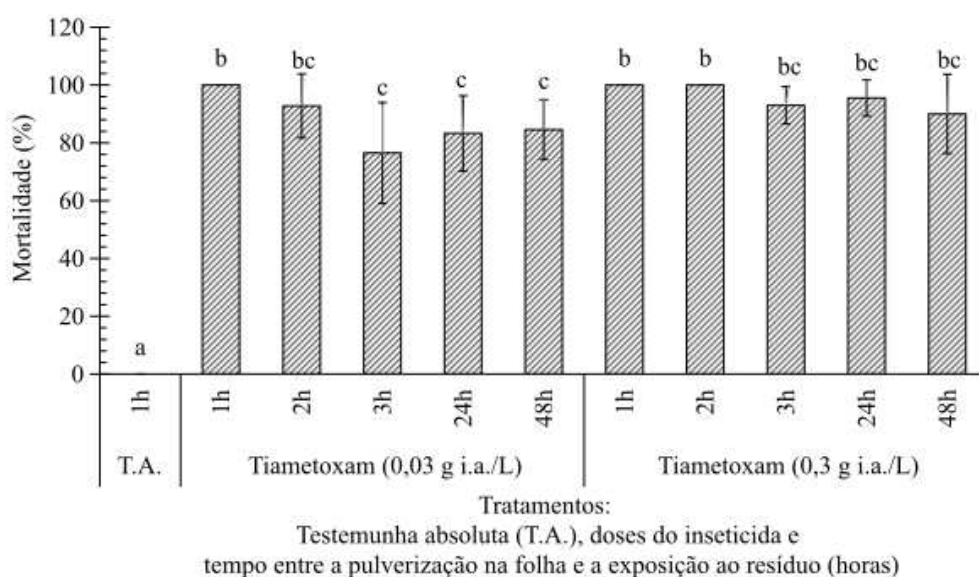


FIGURA 7: Mortalidade (%) de abelhas *Apis mellifera* após exposição residual em folhas de meloeiro com Tiametoxam. Pombal-PB, 2023.

No que se refere ao comportamento, foi observado que as abelhas expostas ao Tiametoxam apresentam diversos distúrbios, como problemas de coordenação motora, incapacidade de voar e prostração. Esses efeitos começaram a ser notados logo nas primeiras horas após a exposição ao inseticida.

Taxas de mortalidade e distúrbios motores semelhantes já foram relatados por outros autores em relação a toxicidade do Tiametoxam, inclusive para as doses utilizadas no controle

de pragas em meloeiro. Contudo, em função de diferentes tempos após a pulverização ainda não haviam estudos para as doses utilizadas, fato que reforça ainda mais a necessidade de atenção em relação ao uso do Tiametoxam nas áreas de produção de melão. Costa et al., (2014) observaram mortalidade de 100% das abelhas quando expostas aos resíduos de Tiametoxam em folhas de meloeiro, para dose máxima registrada para uso na cultura. No entanto, é importante ressaltar que esse resultado foi obtido considerando apenas a exposição das abelhas durante um período de 1 hora após a pulverização. Os autores também observaram distúrbios motores como dificuldade para locomoção, tremores, prostração e paralisia antes da morte.

Carvalho et al. (2009), constatou-se que quando as operárias adultas da espécie *A. mellifera* são expostas ao inseticida Tiametoxam por meio de exposição residual, elas apresentam dificuldades na coordenação motora, tornando-se incapazes de voar e acabam se prostrando após as primeiras horas de exposição. Segundo Jiang et al. (2018) demonstram que o Tiametoxam, junto ao Imidacloprido utilizados nas dosagens de 0,05 g i.a./L, 0,1 g i.a./L e 0,15 g i.a./L podem representar riscos evidentes para abelhas com seu efeito residual em folhas e pólen do algodoeiro.

Em relação a análise de sobrevivência foi observado que após 3, 24 e 48 horas da pulverização com a dose de 0,03 g i.a./L, o Tempo Letal Mediano (TL_{50}) foi de 13,3 horas. Já nas avaliações de 1 e 2 horas após a pulverização, utilizando a dose de 0,03 g i.a./L, e 48 horas após a pulverização com a dose de 0,3 g i.a./L, o TL_{50} foi de 7,3 horas. Nas avaliações de 1, 2, 3 e 24 horas após a aplicação, com a dose de 0,3 g i.a./L, o TL_{50} foi de 3,5 horas, o menor tempo letal entre todas as doses avaliadas. É importante ressaltar que o TL_{50} do Tiametoxam em todas as doses avaliadas, independente do tempo de exposição após a pulverização, foi muito inferior ao da testemunha ($TL_{50} = 587,1$ horas). Isso indica que o Tiametoxam apresenta alta letalidade, com um Tempo Letal Mediano menor que 24 horas em todos os intervalos de tempo após a aplicação, independentemente da dose utilizada (FIGURA 8).

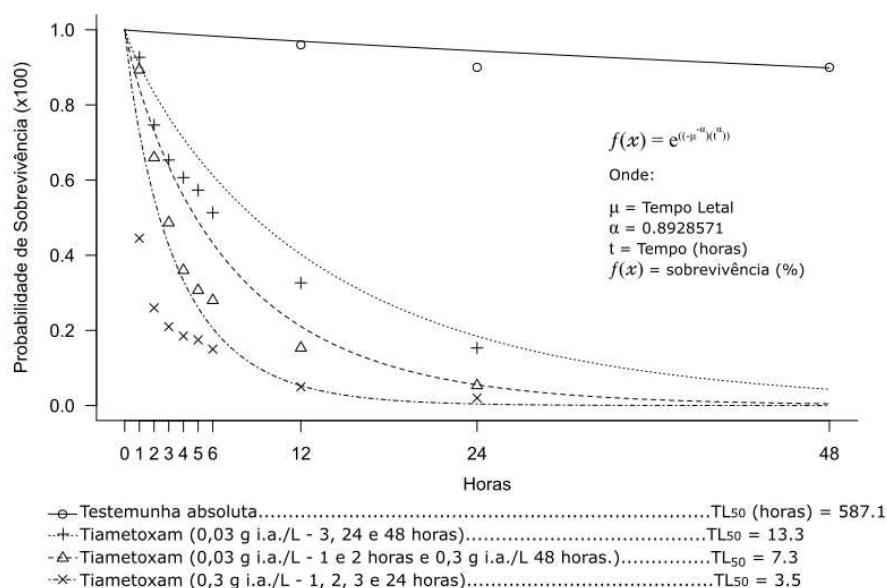


FIGURA 8: Sobrevivência (%) de operárias adultas de *Apis mellifera* após exposição residual com o Tiametoxam, Pombal-PB, 2023.

Independente da dose e do tempo de exposição após a pulverização, o Tiametoxam mostrou-se altamente tóxico aos adultos da abelha *A. mellifera*, proporcionando uma alta taxa de mortalidade das abelhas e um Tempo Letal Mediano (TL₅₀) muito baixo quando comparado a testemunha. Há informações disponíveis sobre a toxicidade residual do Tiametoxam em abelhas até 1 hora após a pulverização. No entanto, após esse período, as informações são escassas. Esses são os primeiros resultados obtidos com as doses avaliadas em diferentes momentos de exposição após a pulverização nas folhas de meloeiro. Além de colaborar para subsidiar novas pesquisas, os resultados encontrados irão contribuir para o desenvolvimento de um sistema de manejo sustentável das abelhas em áreas de produção agrícola.

4.2. CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA *A. mellifera* APÓS A EXPOSIÇÃO RESIDUAL AO INSETICIDA TIAMETOXAM

Foi observada diferença significativa para capacidade de voo das abelhas que foram expostas ao inseticida Tiametoxam em relação a testemunha. Foi observado que apenas abelhas da testemunha conseguiram atingir a altura de 91-115cm (23 abelhas). As abelhas que sobreviveram a exposição ao inseticida Tiametoxam não passaram de 31-60cm, sendo essas aquelas submetidas a dose mínima (0,03 g i.a./L) nos tempos de 2, e 3h após a pulverização. Vale ressaltar que a maior parte das abelhas sobreviventes que foram expostas ao Tiametoxam permaneceram na base da torre (0 cm), estando também boa parte debilitadas (FIGURA 9).

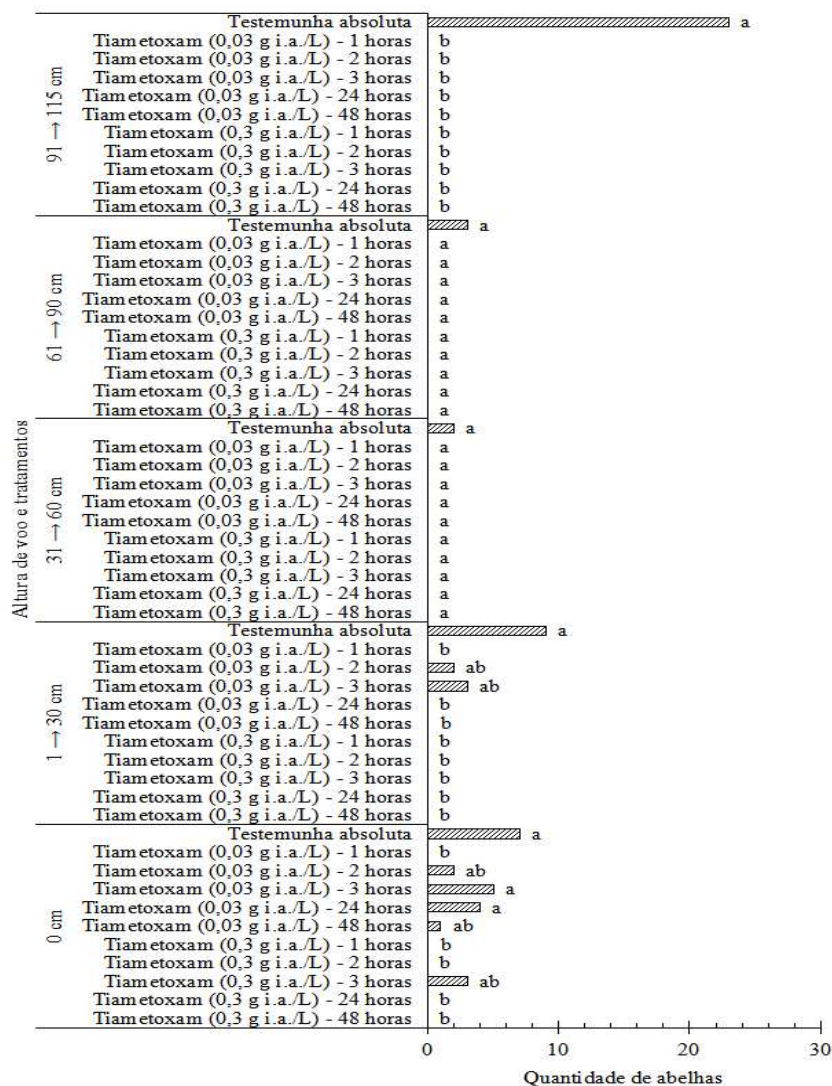


FIGURA 9: Atividade de voo de operárias adultas de *Apis mellifera* após exposição residual com Tiametoxam, Pombal-PB, 2023.

Desneaux et al. (2002) destacaram além da mortalidade os efeitos subletais do Tiametoxam que comprometem as atividades normais das abelhas. Prejuízos na capacidade de voo pode prejudicar toda a colônia, pois afeta significativamente a aquisição de alimentos e o retorno a colmeia (GOULSON, 2013). Estudos demonstraram que neonicotinóides como o Tiametoxam podem afetar o voo das abelhas (BLACQUIÈRE et al. 2012). Nas condições do presente estudo, ficou evidente que independente do tempo após a pulverização, os resíduos do inseticida Tiametoxam prejudicaram a capacidade de voo das abelhas, o que na prática comprometeria as atividades normais dos insetos e, conseqüentemente, afetaria a colônia.

Diversas pesquisas evidenciam que o contato das abelhas com produtos químicos pode acarretar efeitos letais e subletais, prejudicando seu comportamento natural, bem como a sobrevivência das colônias em longo prazo (GOMES et al., 2020). Pacífico da Silva et al. (2016),

ressaltam que o uso de doses subletais de inseticidas pode acarretar uma série de consequências negativas para as abelhas, incluindo a diminuição da sua capacidade de aprendizagem e orientação.

Estes são os resultados preliminares da avaliação da toxicidade residual do Tiametoxam em folhas de meloeiro, em relação a diferentes períodos após a pulverização. Esses resultados apresentam relevância para pesquisas futuras, especialmente em condições de campo, e contribuirão para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis de manejo de *A. mellifera* nas áreas de produção.

5. CONCLUSÃO

Nas condições do presente estudo, independente da dose, o inseticida Tiametoxam foi altamente nocivo via exposição residual em folhas de meloeiro, independente do tempo após a pulverização do produto nas folhas.

O inseticida Tiametoxam prejudicou a capacidade de voo da abelha *A. mellifera*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREI. Compêndio de defensivos agrícolas. 8ª edição. **Ed. Andrei**. p. 1380, 2009.

ANTUNEZ, K.; INVERNIZZI, C.; MENDOZA, Y.; VANENGELSDORP, D.; ZUNINO, P. Perdas de colônias de abelhas no Uruguai durante 2013-2014. **Apidologia**, v. 48, p. 364-370, 2017.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2015. **Gazeta**, p. 108, 2015.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTIFRUTI 2023. **Gazeta**, p. 98-101, 2023.

ALMEIDA, D. Manual de culturas hortícolas. **Editorial Presença**, v. 2, p. 326, 2006.

BADIOU-BE'NE'TEAU, A.; CARVALHO, S. M.; BRUNET, J. L.; CARVALHO, G.A.; BULTE', A.; GIROUD, B.; BELZUNCES, L. P. Desenvolvimento de biomarcadores de exposição a xenobióticos no mel de *Apis mellifera*: Aplicação ao inseticida sistêmico Tiametoxame. **Ecotoxicol Ambiente**, 82:22–31, 2012.

BATISTA, A.P.M.; et al. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados em citros para *Apis mellifera*. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.4, p.955-961, 2009.

BELLOWS, T. S.; PERRING, T. M.; GILL, R. J.; HEADRICK, D. H. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). **Annals of Entomological Society of America**, v. 87, n. 2, p. 195-206, 1994.

BLACQUIE'RE, T.; SMAGGHE, G.; VANGESTEL, C. A. M.; MOMMAERTS, V. Neonicotinóides em abelhas: Uma revisão sobre concentrações, efeitos colaterais e avaliação de risco. **Ecotoxicol**, 21:973–992, 2012.

BRANDÃO FILHO, J. V. T.; VASCONCELOS, M. A. S. A. Cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Ed.). Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. **Fundação Editora da UESP**, 6:161-193, 1998.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola. **Melão**. P. 12, 2003.

BRASILIAN HORTI&FRUTI EBOOK, 2023. Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2023. **EDITORIA GASETA**, [S. l.], p. 96-99, 2023.

BYRNE, D. N.; BELLOWS JUNIOR, T. S. Whitefly biology. **Annual Review Entomology**, v. 36, p. 431-457, 1991

CARVALHO, S. M.; et al. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivo do Instituto de Biologia**, v. 76, n. 4, p. 597-606, 2009.

CASTILHOS, D.; DOMBROSKI, J. L. D.; BERGAMO, G. C.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Concentrações de neonicotinóides e fipronil em abelhas melíferas associadas ao uso de agrotóxicos em áreas agrícolas brasileiras. **Apidologie**, 50: 657-668, 2019.

CERQUEIRA, A.; FIGUEIREDO, R. A. Percepção ambiental dos apicultores: Desafios do atual cenário apícola no interior paulista. **Acta Brasiliensis**, 1:17-21, 2017.

CHAUZAT, M.-P.; CARPENTIER, P.; MARTEL, A.-C.; BOUGEARD, S.; COUGOULE, N.; PORTA, P.; LACHAIZE, J.; MADEC, F.; AUBERT, M.; FAUCON, J.-P. Influence of pesticide residues on honey bee (hymenoptera: apidae) colony health in France. **Environmental Entomology**, v. 38, n.3, p.514-523, 2009.

CONDÉ, G.D.; BENTO, J.M.S.; MENEZES, G.B. Efeito da *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) na frutificação do meloeiro Cantaloupe. **Revista Agroambiente**, v. 11, n. 3, p. 236-243, 2017.

COSTA, E.M.; ARAUJO, E.L.; MAIA, A.V.P.; SILVA, F.E.L.; BEZERRA, C.E.S.; SILVA, J.G. Toxicity of insecticides used in the Brazilian melon crop to the honey bee *Apis mellifera* under laboratory conditions. **Apidologie**, v. 45, n.1, p. 34-44, 2014

COSTA, N.D. et al. Efeito de fungicidas no controle do oídio em meloeiro. **Revista Brasileira**

de Tecnologia Agroindustrial. V. 10, n. 2, p. 1881-1888, 2016.

COUTO, R.H.N. e COUTO, L. A. Apicultura: manejo e produtos. 2 ed. Jaboticabal: **FUNEP**. p. 191, 2002.

CRUZ, A. ...; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; BUENO, O. C.; MALASPINA, O. Morphological alterations induced by boric acid and fipronil in the midgut of worker honeybee. **Cell Biology and Toxicology**, v. 26, n. 2 p. 165-176, 2009.

DECOURTYE, A.; et al. Effects of imidacloprid and deltamethrin on associative learning in honeybees under semi-field and laboratory conditions. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 57, p. 410-419, 2004.

DELAPLANE, K. S., & MAYER, D. F. Crop pollination by bees. **CABI Publishing**, 2000.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. Os efeitos subletais dos pesticidas em artrópodes benéficos. **Annu Rev Entomol** 52:81–106, 2007.

DEVILLERS, J. Toxicidade aguda de pesticidas para abelhas melíferas. Em: Devillers J, Pham-dele`gue MH, editores. *Abelhas: Estimativa o Impacto Ambiental dos Produtos Químicos*. **Taylor & Francisco**, p. 56–66, 2002.

FERREIRA, F.A.; PEDROSA, J.F.; ALVARENGA, M.A.R. Melões: Cultivares e métodos culturais. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 85, p. 26- 28, 1982.

FONTANA, R. Polinização das Fruteiras Cítricas: Importância e Manejo. **Revista Campo & Negócios**, v. 156, p. 57-60, 2018.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). *Olericultura: teoria e prática*. **UFV**, 26:407-428, 2005.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. C.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. **FEALQ**, p. 920, 2002.

GIROLAMI, V.; MAZZON, L.; SQUARTINI, A.; MORI, N.; MARZARO, M.; DI BERNARDO, A.; GREATTI, M.; GIORIO, C.; TAPPARO, A. Translocação de inseticidas neonicotinóides desde sementes revestidas até intestinos de plântulas gotas de medicação: uma nova forma de intoxicação para abelhas. **J Econ Ento mol**, 102:1808–1815, 2009.

GOLSON, D. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 4, p. 977-987, 2013.

GOMEZ, I. N; VIEIRA, K. I. C; GONTIJO, L. M; RESENDE, H. C. Honeybee survival and flight capacity are compromised by insecticides used for controlling melon pests in Brazil. **Eco-toxicology**, 29, 97-107,2020.

GREGORC, A.; ELLIS, J. Cell death in situ in laboratory reared honey bee (*Apis mellifera* L.) larvae treated with pesticides. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 99, p. .200-207, 2011.

HASHIMOTO, J.H.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; TOLEDO, E.A.A. Evaluation of the use of the inhibition esterases activity on *Apis mellifera* as bioindicators of insecticide Thiame-thoxam Pesticide Residues. **Sociobiology**, v.42, n.3, p.693-699, 2003.

IBGE (Brasil). Produção Agropecuária. Produção de Melão no Brasil. [S. l.]. **IBGE**, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/br>. Acesso em: 12 set. 2023.

IWASA, T.; MOTOYAMA, N.; AMBROSE, J. T.; ROE, R. M. Mecanismo para a toxicidade diferencial de inseticidas neonicotinóides na abelha melífera, *Apis mellifera*. **Prot. de colheita**, 23:371–378, 2004.

ISHAAYA, I.; BARAZANI, A.; KONTSEDALOV, S.; HOROWITZ, A.R. Insecticides with novel modes of action: Mechanism, selectivity and cross-resistance. **Entomological Research**, v.37, n.3, p.148-152, 2007.

JACOB, C. R. de O. Impacto de inseticidas neonicotinoides em abelhas africanizadas e nativas

sem ferrão (Hymenoptera: Apoidea): toxicidade, alterações na atividade de locomoção e riqueza de espécies em pomares de citros. **Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, 2019.**

JIANG, J.; MA, D.; ZOU, N.; YU, X.; ZHANG, Z.; LIU, F.; MU, W. Concentrations of imidacloprid and thiamethoxam in pollen, nectar and leaves from seed-dressed cotton crops and their potential risk to honeybees (*Apis mellifera* L.), **Chemosphere**, v. 201, p. 159-167, 2018.

JOHANSEN, C. A.; MAYER, D. F. Pollinator protection: a bee & pesticide handbook. 1.ed. **Wicwas Press**, 212p, 1990.

NÚNES, G.R.V.; JAVIER, J.; EUÁN, QUEZADA.; ANCONAXIU, P.; MOO.-VALE, H.; CARMONA, A.; SÁNCHEZ, E.R. Comparative toxicity of pesticides to stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Apiculture and Social Insects**, v.102, n.5, p. 1737- 1742, 2009.

KAKAMAND, F. A. K.; MAHMOUD, T. T.; AMIN, A. B. The role of three insecticides in disturbance the midgut tissue in honey bee *Apis mellifera* L. **Workers. Journal of Dohuk University**, v. 11, n. 1, p. 144-151, 2008.

KLEIN, A. M., VAISSIÈRE, B. E., CANE, J. H., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S. A., KREMEN, C., & TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 274, p. 303-313, 2007

KLEIN, A. M.; FREITAS, B. M.; BONFIM, G. A.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; OLIVEIRA, M. O. A. Polinização Agrícola por Insetos no Brasil. **Uni-freiburg**, 2020.

LOPES, J. F.; CARVALHO, S. I. C.; PESSOA, H. B. S. V. Recursos genéticos de melao e pepino na Embrapa Hortaliças. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R., (Ed.) Recursos geneticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. **EMBRAPA-CPATSA/EMPRAPA-CENARGEN**, 1999.

MACEDO, E. R. et al. Contribuição das abelhas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) na polinização do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em ambiente protegido. **Revista Agropecuária**

Técnica, v. 38, n. 2, p. 124-128, 2017.

MACHADO, F. G. et al. Eficiência de inseticidas no controle de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em meloeiro. **BioAssay**, v. 13, n.1, p.1-10, 2018.

MAGALHÃES, G., et al. Efeito do uso de colmeias de *Apis mellifera* na produção e na qualidade dos frutos do melão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 23(7), 459-464, 2019.

MAIENFISCH, P.; ANGST, M.; BRANDL, F.; FISCHER, W.; HOFER, D.; KAYSER, H.; KOBEL, W.; RINDLISBACHER, A.; SENN, R.; STEINEMANN, A.; WIDMER, H. A descoberta do tiametoxam: uma segunda geração neonicotinóide. **Controle de pragas**, Sci 57:165–176, 2001a.

MAIENFISCH, P.; ANGST, M.; BRANDL, F.; FISCHER, W.; HOFER, D.; KAYSER, H.; KOBEL, W.; RINDLISBACHER, A.; SENN, R.; STEINEMANN, A.; WIDMER, H. Química e biologia do tiametoxam: uma segunda geração neonicotinóide. **Controle de pragas Sci**, 57:906–913, 2001b.

MAGGIE, M.; ANTUNEZ, K.; INVERNIZZI, C.; VILLAGE, P.; VARGAS, M.; NEGRI, P.; BRASESCO, C.; DE JONG, D.; MENSAGEM, D.; TEIXEIRA, E. W.; PRINCIPAL, J.; BARROS, C.; RUFFINENGO, S.; DA SILVA, R. R.; EGUARAS, M. Mel saúde das abelhas na América do Sul. **Apidologia**, 47: 835-854, 2016.

MALERBO-SOUZA D. T.; NOGUEIRA-COUTO R. H.; COUTO L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio) **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 40:237-242, 2003.

MALLICK, M. F. R.; MASSUI, M. Origin, distribution and taxonomy of melons. **Scientia Horticulture**, v. 28, n. 1, p. 251-261, 1986.

MENEZES, J. B.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; MAIA, C. E.; ANDRADE, G. G.; ALMEIDA J. H. S.; VIANA, F. M. P. Características do melão para exportação. In: ALVES, R. E. (Org.). Melão: pós colheita. **DF: EMBRAPA-SPI**, p. 13-22, 2000.

NOCELLI, R. C. et al. Riscos de pesticidas sobre as abelhas. In: SEMANA DOS POLINIZADORES, 3., 2012, Petrolina. Palestras e resumos. **Embrapa Semiárido**. (Embrapa Semiárido. Documentos, 249), 2012.

OUDMAN L. Identification of economically important *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) and their parasitoids using enzyme electrophoresis. Proceedings of the section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands **Entomological Society**, v. 3, p. 135-139, 1992.

PACÍFICO-DA-SILVA, I.; MELO, M. M.; BLANCO, B. S. Efeitos tóxicos dos praguicidas para abelhas. **Revista brasileira de higiene e sanidade animal**, v. 10, n. 1, p. 142157, 2016.

PALUMBO, J. C.; KERNS, D. L. Melon insect pest management in Arizona. Tucson: University of Arizona. **Cooperative Extension Service**, p. 12, 1998..

PARRELA, M. P. Biology of *Liriomyza*. *Annual Review of Entomology*, v.32, p.201-204, 1987.

PICANÇO, M. C. Manejo integrado de pragas. **Universidade FEDERAL DE VIÇOSA**, p. 47-51, 2010.

PICOLLI, P. O. Polinização de macieiras em Santa Catarina, 1999. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/52/polinização.htm>>. Acesso em 31 de ago. De 2023.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Enfraquecimento e perdas de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 442-444, 2016.

RANGEL, L. E. P.; BOTTON, M.; PAPA, G.; YAMAMOTO, P. T.; ROGGIA, S. Uso de Neonicotinoides no Brasil, Situação Atual dos Produtos Registrados. **Embrapa Soja**, 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing.

2011. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em 06 ago. 2023.

REQUIER, F.; ANTUNEZ, K.; MORALES, C. L.; ALDEA-SANCHEZ, P.; CASTILHOS, D.; GARRIDO, P. M.; GIACOBINO, A.; REYNALDI, F. J.; LONDON, J. M. R.; SANTOS, E.; GARIBALDI, L. A. Tendências na apicultura e perdas de colônias de abelhas melíferas na América Latina. **Jornal de Pesquisa Apicultura**, 57: 657-662, 2018.

REQUIER, F. Indicadores de saúde das colônias de abelhas: síntese e direções futuras. **Avaliações da CAB**, 14: 1-12, 2019.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. Evolution and exploitation. In: ROBISON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. (Ed.). *Curcubis*. **New York: CAB International**, c. 2, p. 35, 1997.

ROCHA, M.G.; ARAÚJO, J.P.; MERCÊS, K.G.C.; SOUZA, E.B. Polinização entomófila em meloeiro (*Cucumis melo* L.). **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 19-25, 2015.

ROSSI, C. A.; ROAT, T.C.; TAVARES, D.A.; CINTRA-SOCOLOWSKI, P.; MALASPINA, O. Effects of sublethal doses of imidaclopride in malpighian tubules of africanized *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Microscopy Research and Technique**, v. 76, n. 5, p. 552-558, 2013.

ROUBIK, D. W. The ecological impact of nontarget organisms with transgenic crops. **In Nature and Human Society**, p. 85-108, 1995.

SANCHEZ-JUNIOR J. L. B. e MALERBO-SOUZA D. T. Frequência dos insetos na polinização e produção de algodão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 461-465, 2004.

SANTOS, M. A.T.; AREAS, M.A.; REYES, F.G.R. Piretróides – Uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2007.

SILVA R. M. da; BANDE G.; FARALDO M. I. F. e MARTINS P. S. Biologia Reprodutiva de Etnovarietades de Mandioca. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 101- 107, 2001.

SILVA, C.C.; MARTINS, C.F.; SILVA, T.R.; INOUE-NAGATA, A.K.; BREDT, A.B. Efeito da

polinização artificial na qualidade de frutos de meloeiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, p. 1-12, 2016.

SILVA, I. P.; OLIVEIRA, F. A. S.; PEDROZA, H. P.; GADELHA, I. C. N.; MELO, M. M.; SOTO-BLANCO, B. Pesticide exposure of honey bees (*Apis mellifera*) polinizando plantações de melão. **Apidologie**, 46: 703–715, 2015.

SILVA, L. C. et al. Controle químico do pulgão (Aphididae) na cultura do melão utilizando diferentes inseticidas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 102-109, 2018. Disponível em: <<https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/22535>>. Acesso em 31 de ago. De 2023.

SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES A.; PINTO, M. do S. C. As abelhas como agente polinizadores (The bees agents pollinizer's). **Revista eletrônica de Veterinária**, v. 8, n. 3, p. 1695-7504, 2007.

SOUSA, R. M. Polinização, manejo de colmeias e requerimentos do meloeiro. In: BRAGASOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERAQ, D. **Produção Integrada de Melão. Embrapa Agroindústria Tropical**, 2008.

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; NETO, A. A. S.; PEREIRA, T. F. C. Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú – CE – Brasil. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.238-242, 2009.

SOUZA, T.F. Efeitos das doses subletais do fipronil para abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.), por meio de análises morfológicas e comportamentais. 49f. Dissertação (Mestrado) - **Instituto de Biociências, Rio Claro, Universidade Estadual Paulista**, 2009.

TAVARES, D.A. Análise morfológica e imunocitoquímica do cérebro de abelhas africanizadas *Apis mellifera* após exposição à doses subletais do inseticida tiametoxam. 2011. 75 f. Dissertação (mestrado) - **Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro**, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/87729>>.

THERNEAU, T.; LUMLEY, T. survival: Survival analysis, including penalised likelihood. **R**

package version 2.36-2, 2010. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=survival>. Acesso em: 06 ago. 2023.

TRINDADE M. S. de A; SOUSA A. H.; VASCONCELOS W. E. et al. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. s. 1. v. 4, n. 1, 2004.

UNESP & UFSCAR. Mapeamento de abelhas participativo. In: SINDIVEG: Projeto Colmeia Viva. 22p, 2018. Disponível em < http://projctocolmeiaviva.org.br/wpcontent/uploads/2018/10/Relatorio_final_WEB-30abr2018.pdf>. Acesso em 31 de ago. 2023.

VIEIRA, G. H. da C.; SILVA, R. F. R. da; GRANDE, J. P. Uso da Apicultura como Fonte Alternativa de Renda para Pequenos e Médios Produtores da Região do Bolsão, MS. **In: Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**, 2, 2004.

WHITAKER, T.D.; DAVIS, G.N. Cucurbits, Botany, Cultivation and utilization. **Interscience Publishorts**, 1962.

WITTER, S. e BLOCHTEIN, B. Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 12, p. 1399-1407, 2003.